



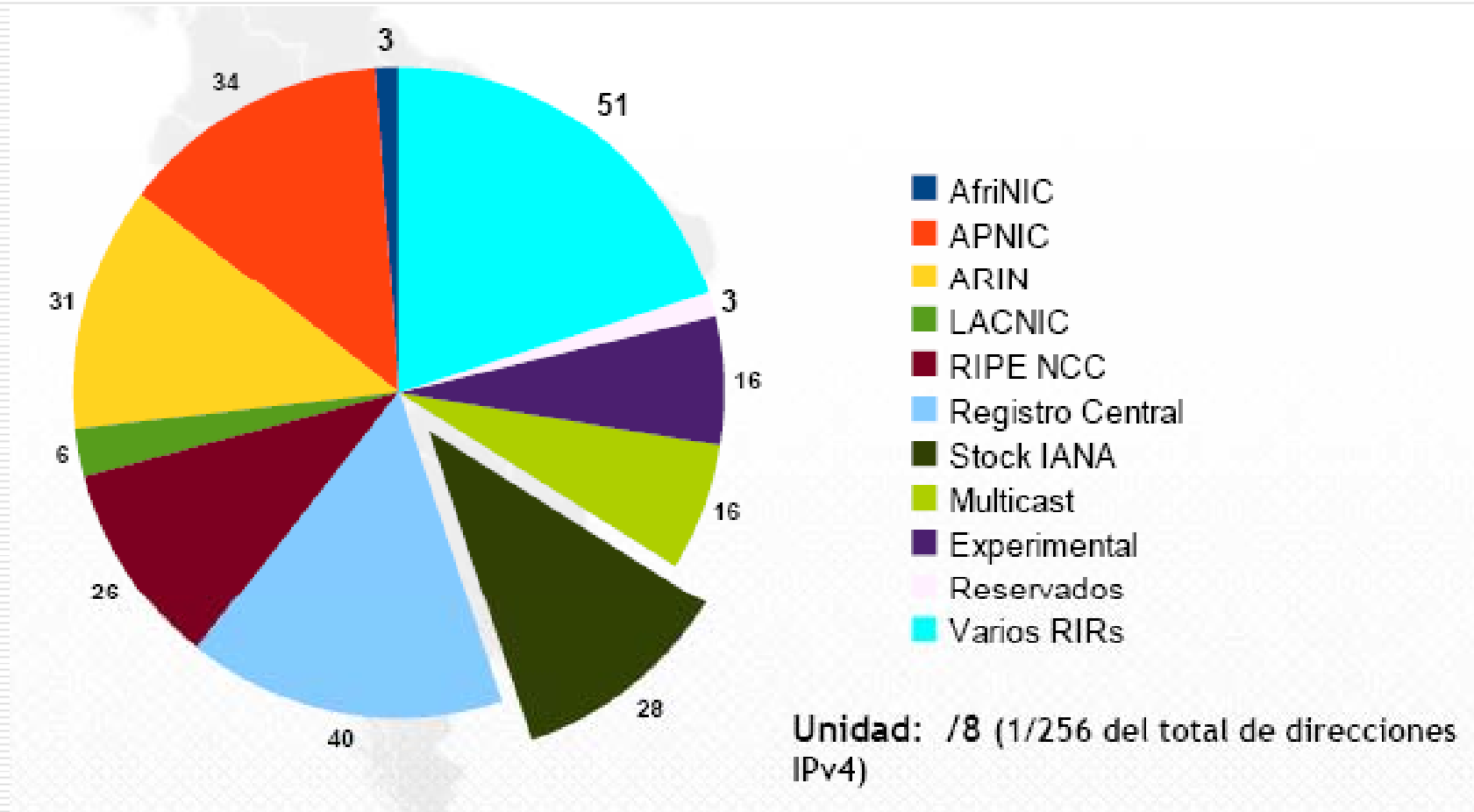
Fundación Consorcio Ecuatoriano para el  
desarrollo de Internet Avanzado

---

# Introducción a IPv6

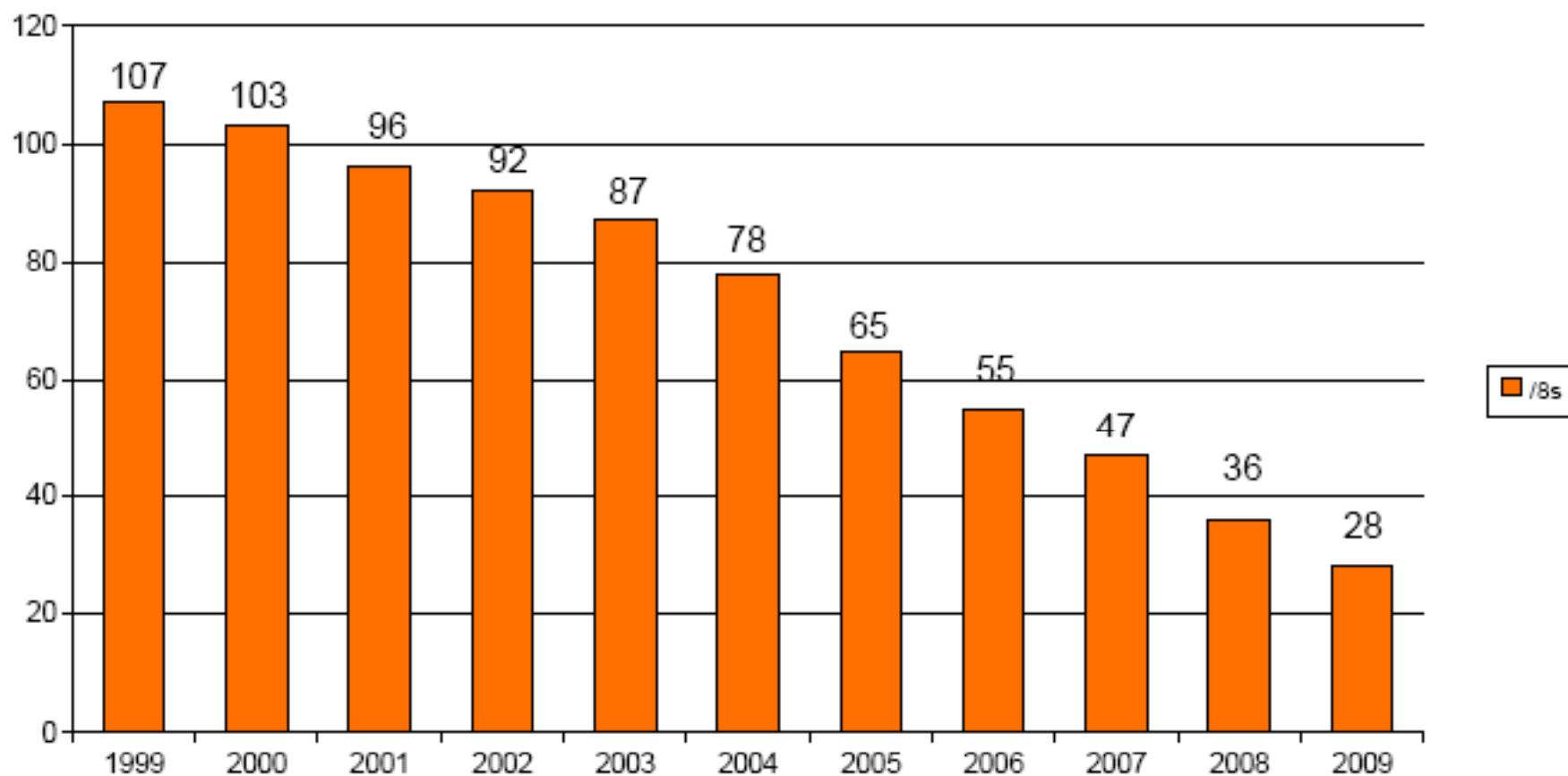
Cuenca, 25-26 enero 2010

# Distribución actual de direcciones IPv4



# Evolución del pool central de direcciones IPv4

---



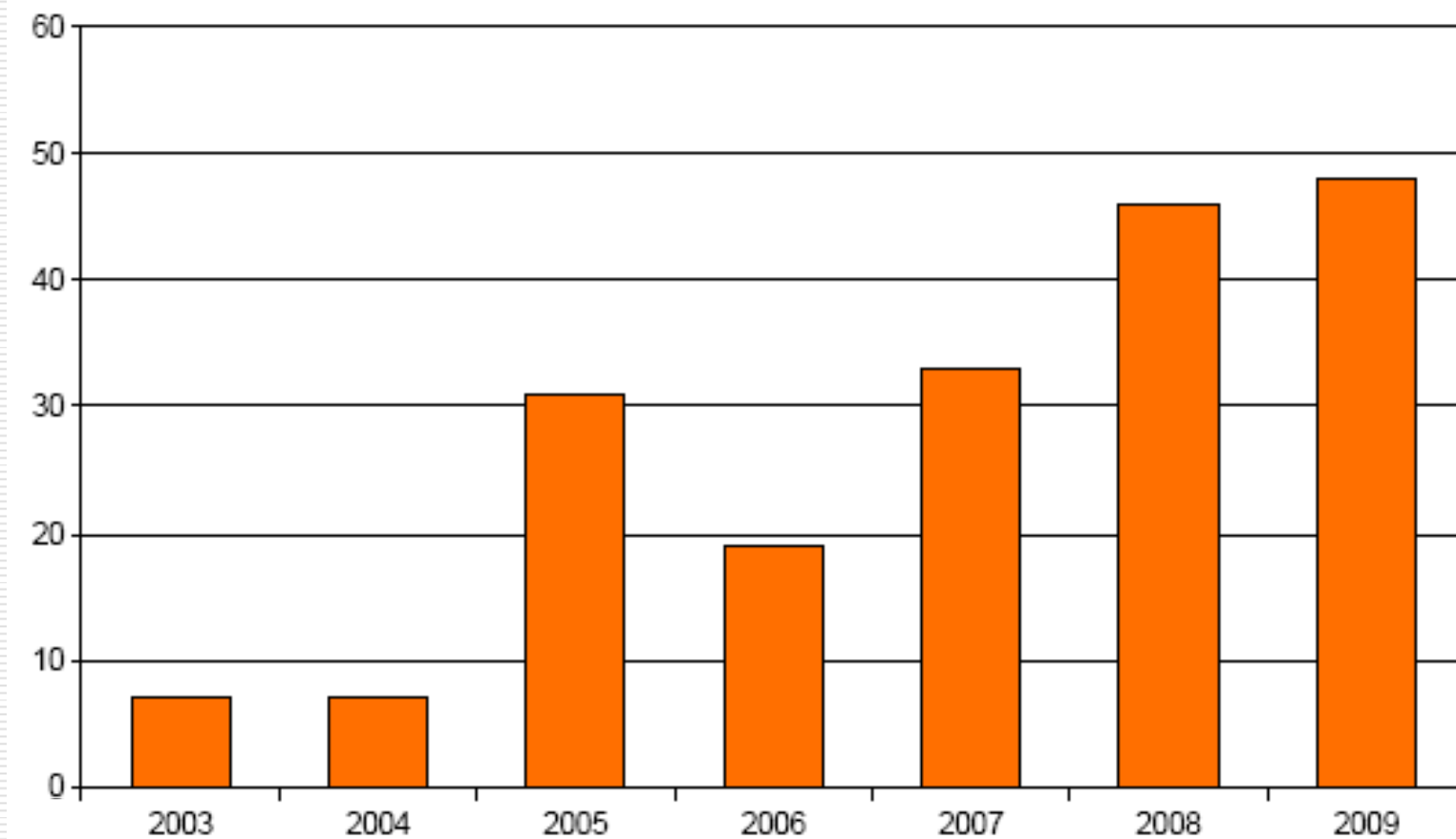
# Presente y futuro

---

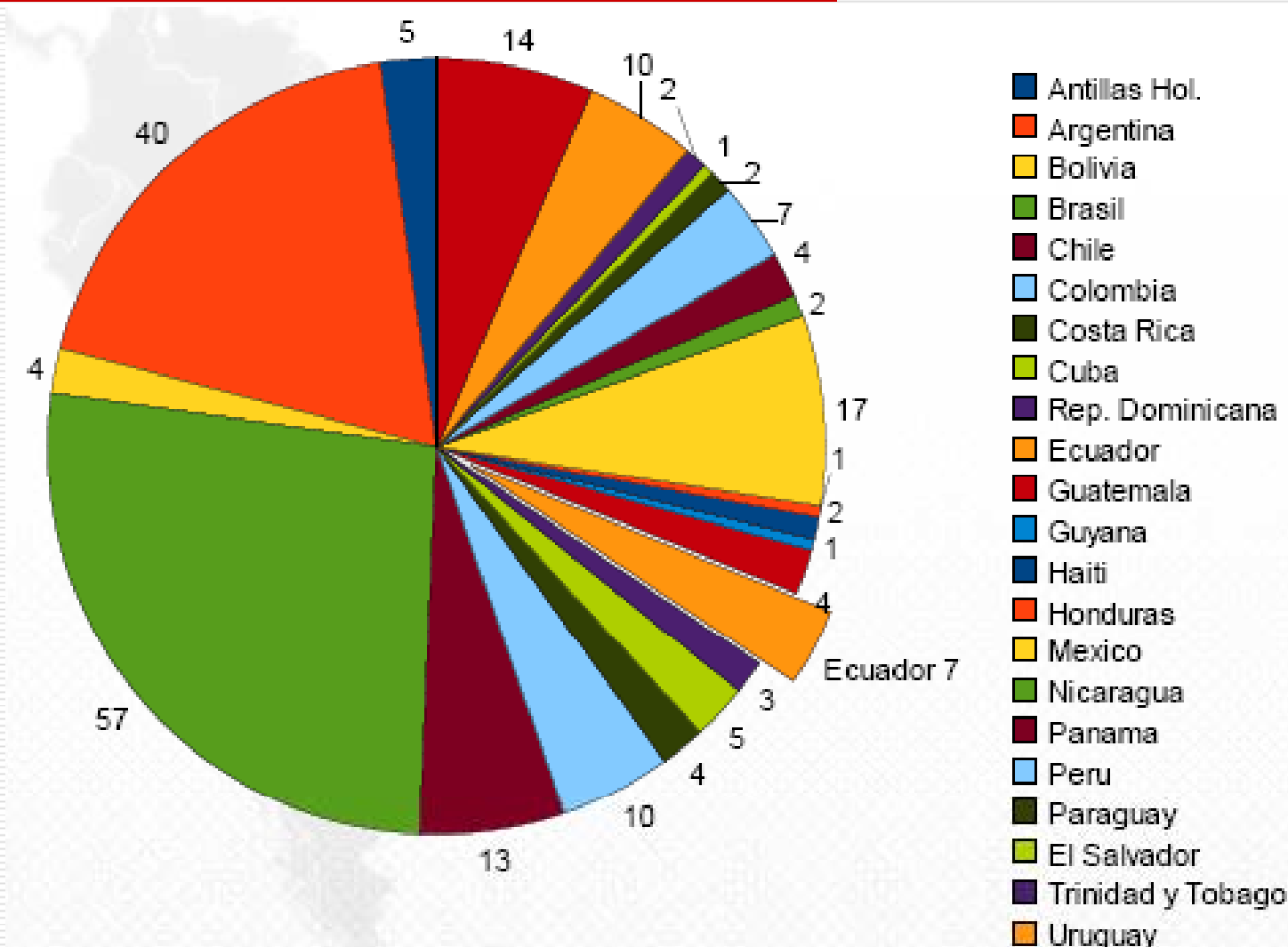
- Internet no se detendrá
- Dificultad para asignar bloques contiguos
- Incremento del uso de NAT
- Mercados secundarios/grises
- Es importante trabajar en el despliegue IPv6
- Adopción masiva IPv6: agotamiento IPv4 o incentivos
- Para América Latina, la adopción de IPv6 puede ser más importante

# Asignación direcciones IPv6 en la región LACNIC

---



# Asignaciones IPv6 en la región LACNIC por país



# Reflexiones

---

- IPv6 no va a reemplazar completamente a IPv4 ni en corto ni en mediano plazo, van a coexistir por mucho tiempo
- No se puede hablar de migración sino de transición
- Ni las políticas de asignación ni el precio son un obstáculo
- IPv6 está listo para su utilización, aunque como cualquier tecnología puede ser mejorada

# Ampliar tiempo vida IPv4

---

## □ NAT

Network Address Translation

## □ CIDR

Classless Interdomain Routing

(dividir direcciones en bloques tamaño variable)

## □ DHCP

Dynamic Host Configuration Protocol

---



# Problemas con NAT

---

- No puede utilizarse en dispositivos móviles y en tecnologías como IPsec y VoIP
- Inhiben el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones
- Comprometen las prestaciones, robustez, seguridad y manejabilidad del sistema

# IPv6

---

- ❑ A principios de los años noventa
- ❑ Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF)
- ❑ Agotamiento de direcciones de red IPv4
- ❑ Crear mayor capacidad de direccionamiento
- ❑ Resultado: IPv6
  - Manejo mejorado de paquetes
  - Escalabilidad mejorada
  - Mecanismos QoS (Calidad del Servicio)
  - Seguridad integrada

# IPv6 (2)

---

- ❑ No es exactamente un nuevo protocolo de Capa 3
- ❑ **Es un nuevo conjunto de aplicaciones de protocolo**
- ❑ Nuevos protocolos en varias capas del stack para admitir este nuevo protocolo.
  - Nuevo protocolo de mensajería (**ICMPv6**) y nuevos protocolos de enrutamiento.
- ❑ Debido al mayor tamaño del encabezado de IPv6, también repercute en la infraestructura de red subyacente

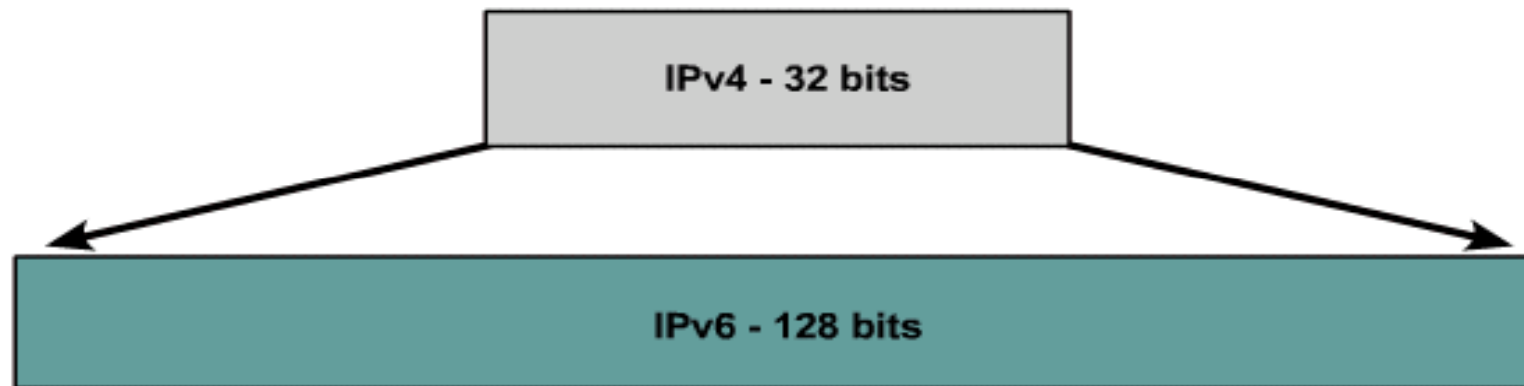
# Uso de IPv6

---

- Más direcciones
- Miles de millones de nuevos dispositivos:
- Teléfonos celulares, PDAs, dispositivos de consumo, automóviles, etc.
- Miles de millones de nuevos usuarios: en países como China, India, etc.
- Tecnologías de acceso: xDSL, cable, ethernet, etc.

# Amplio espacio de direcciones

---



## IPv4

- 32 bits or 4 bytes long
  - $\approx 4,200,000,000$  possible addressable nodes

## IPv6

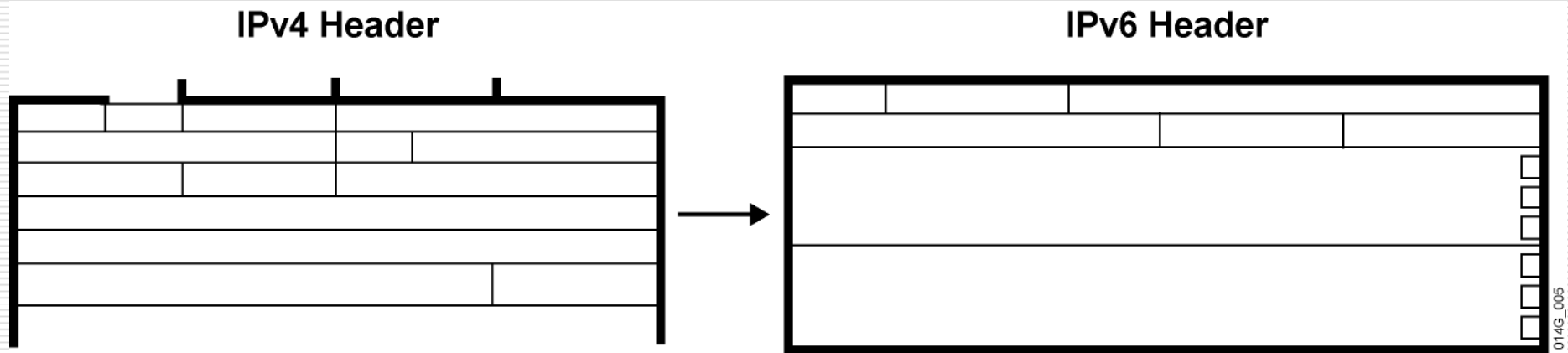
- 128 bits or 16 bytes: four times the bits of IPv4
  - $\approx 3.4 * 10^{38}$  possible addressable nodes
  - $\approx 340,282,366,920,938,463,374,607,432,768,211,456$
  - $\approx 5 * 10^{28}$  addresses per person

# Ventajas adicionales

---

- Facilidad para auto-configuración
- Facilidad para la gestión/delegación de direcciones
- Espacio para más niveles de jerarquía y para agregación de rutas
- Habilidad para las comunicaciones extremo a extremo con Ipsec.
- Oportunidad para eliminar complejidad (cabecera)
- Oportunidad para actualizar funcionalidad: multicast, QoS, movilidad

# Encabezado Simple y Eficiente



Encabezado simple y mas eficiente significa:

- ☐ 64 bits de campos alineados y menos campos
  - ☐ Basado en hardware, procesamiento eficiente
  - ☐ Mejora la eficiencia y el rendimiento en el enrutamiento
  - ☐ Tasa de transferencia mas alta con mejor escalabilidad
-

# Comparación de encabezado IPv4 e IPv6

**IPv4 Header**

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live		Protocol	Header Checksum	
Source Address				
Destination Address				
Options				Padding

**IPv6 Header**

Version	Traffic Class	Flow Label		
Payload Length		Next Header	Hop Limit	

Source Address

Destination Address

Legend		Nombre de campos que siguen de IPv4 a IPv6
		Campos que no se mantienen en IPv6
		Cambia nombre y posición en IPv6
		Nuevos campos en IPv6



# Resumen de los Cambios de la Cabecera

---

- ☐ 40 bytes
  - ☐ Direcciones incrementadas de 32 a 128 bits
  - ☐ Campos de fragmentación y opciones retirados de la cabecera básica
  - ☐ Retirado el checksum de la cabecera
  - ☐ Nuevo campo de Etiqueta de Flujo
  - ☐ TOS -> Traffic Class
  - ☐ Protocol -> Next Header (cabecera de extensión)
  - ☐ Time To Live -> Hop Limit
  - ☐ Alineación ajustada a 64 bits
-

# Representación de direcciones

- ❑ XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX  
donde **x** es un campo hexadecimal de 16 bits
- ❑ Ceros a la izquierda son opcionales:
  - 2031:0:130F:0:0:9C0:876A:130B
- ❑ Campos sucesivos con 0, pueden ser representados como "::" pero solo puede aparecer una vez por dirección

Ejemplos:

**2031:0000:130F:0000:0000:09C0:876A:130B**

**2031:0:130f::9c0:876a:130b**

**FF01:0:0:0:0:0:0:1 >>> FF01::1**

**0:0:0:0:0:0:0:1 >>> ::1**

**0:0:0:0:0:0:0:0 >>> ::**

# Tipos de direcciones IPv6

---

- Unicast

- Local Unicast (Ip privada)
- Global Unicast (Ip pública)

- Multicast

- No existen direcciones broadcast

- Anycast

- Una dirección anycast identifica a una serie de dispositivos o nodos, de igual manera una dirección anycast puede identificar a múltiples interfaces

---

Un interface, múltiples direcciones

# Prefijos de los Tipos de Direcciones

Address Type	Binary Prefix	IPv6 Notation
Unspecified	00...0 (128 bits)	::/128
Loopback	00...1 (128 bits)	::1/128
Multicast	1111 1111	FF00::/8
Link-Local Unicast	1111 1110 10	FE80::/10
ULA	1111 110	FC00::/7
Global Unicast	(everything else)	
IPv4-mapped	00...0:1111 1111:IPv4	::FFFF:IPv4/128
Site-Local Unicast (deprecated)	1111 1110 11	FEF0::/10
IPv4-compatible (deprecated)	00...0 (96 bits)	::/96

- ❑ Las direcciones Anycast utilizan el mismo prefijo que las Unicast

# Unicast

---

- ❑ Identificador para una única interfaz.
  - ❑ Un paquete enviado a una dirección unicast es entregado sólo a la interfaz identificada con dicha dirección
  - ❑ Es el equivalente a las direcciones IPv4 actuales
-

# Unicast

---

- ❑ **Direcciones Unicast de Enlace:** se utilizan solamente para autoconfiguración, descubrimiento de vecinos y trabajo sin enrutadores.
  - ❑ Los enrutadores, si están presentes, no pueden reenviar los paquetes a otros enlaces.
-

# Anycast

---

- ❑ Identificador para un conjunto de interfaces (típicamente pertenecen a diferentes nodos).
  - ❑ Un paquete enviado a una dirección anycast es entregado en una (cualquiera) de las interfaces identificadas con dicha dirección (la más próxima, de acuerdo a las medidas de distancia del protocolo de enrutamiento)
-

# Multicast

---

- ❑ Identificador para un conjunto de interfaces (por lo general pertenecientes a diferentes nodos).
- ❑ Un paquete enviado a una dirección multicast es entregado a todas las interfaces identificadas por dicha dirección.
- ❑ La misión de este tipo de paquetes es evidente: aplicaciones de retransmisión múltiple.



# Multicast

---

- ❑ Se utilizan para flujos de difusión.
  - ❑ Una misma dirección puede ser asignada a más de un nodo.
  - ❑ El paquete llega a todos los nodos que tengan asignados esa dirección.
  - ❑ No pueden ser utilizadas para enviar paquetes (solo para recibir)
-

# Direcciones Especiales

---

- ❑ Dirección de auto-retorno o Loopback (todos ceros y 1 uno) Interfaz "virtual", paquetes que no salen de la máquina que los emite (bucle para verificar la correcta inicialización del protocolo)
- ❑ Dirección no especificada (Todos cero). Nunca debe ser asignada a ningún nodo, ya que se emplea para indicar la ausencia de dirección (host que esta iniciándose)

# Direcciones Globales Agregables

---

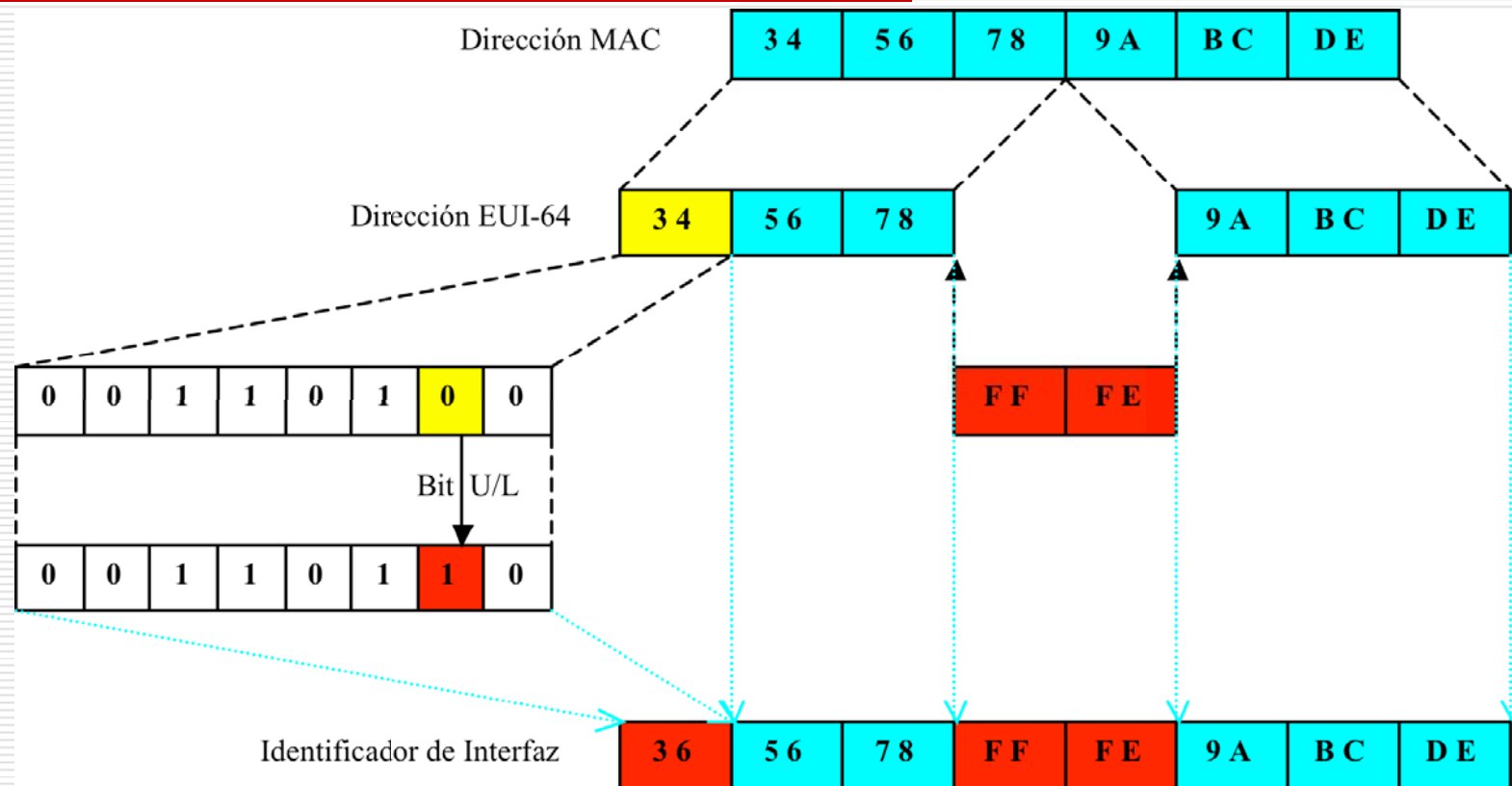
- Para que no sean tan grandes las tablas de enrutamiento se organizan las direcciones de una forma jerárquica.
  - Organización basada en tres niveles
    - **Topología Pública:** proveedores que proporcionan servicios públicos de transito.
    - **Topología de Sitio:** redes que proporcionan transito para un solo sitio.
    - **Identificador de Interfaz**
-

# Direcciones Globales Agregables

---

3	13	8	24	16	64 bits
FP	TLA ID	Res.	NLA ID	SLA ID	Interfaz ID
← Topología Pública →			← Topología de Sitio →		← Identificador de Interfaz →

# Dirección MAC a EUI-64



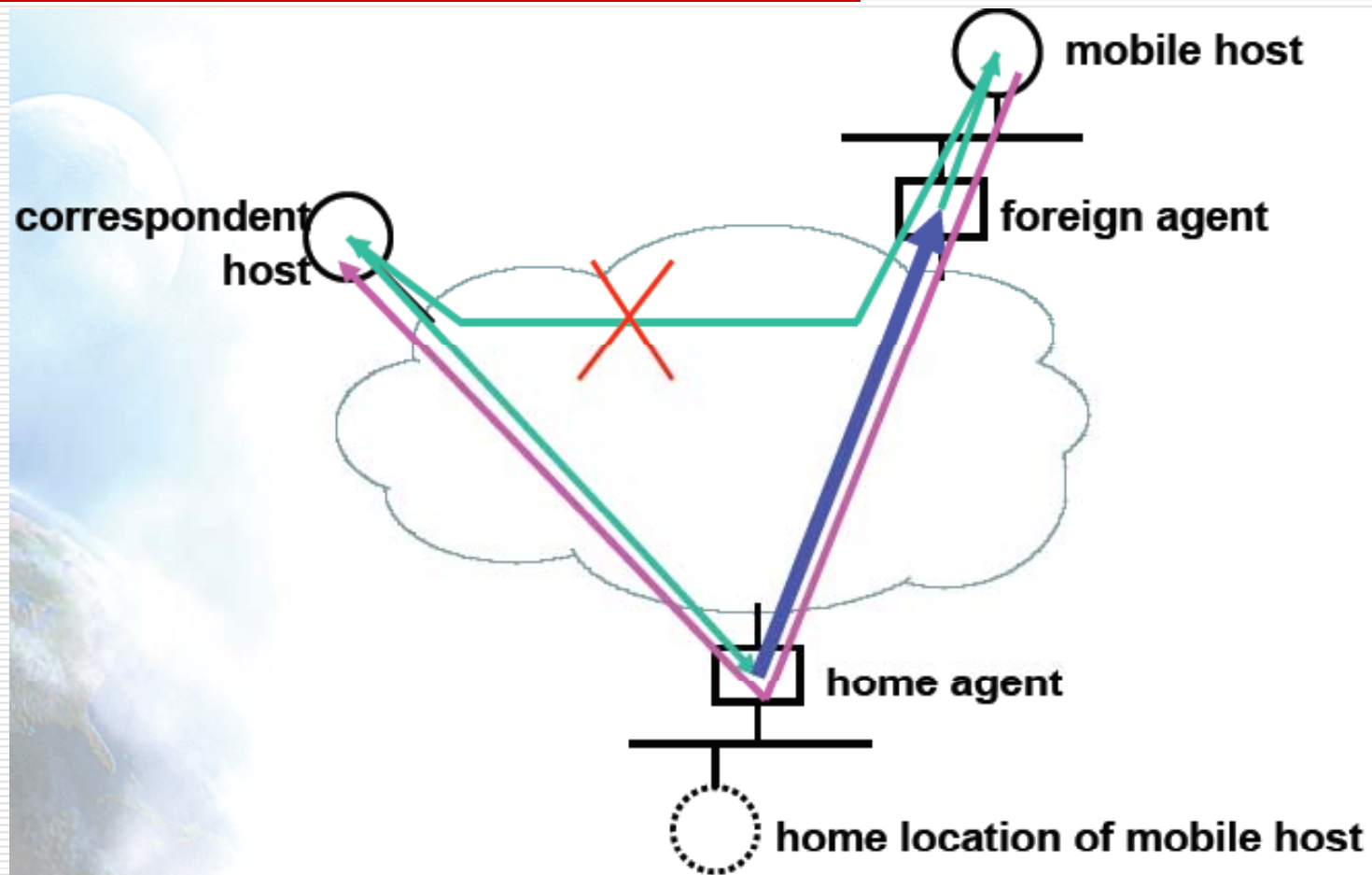
Una dirección EUI-64 es creada insertando "FFFE" a la dirección MAC

# Movilidad IPv6

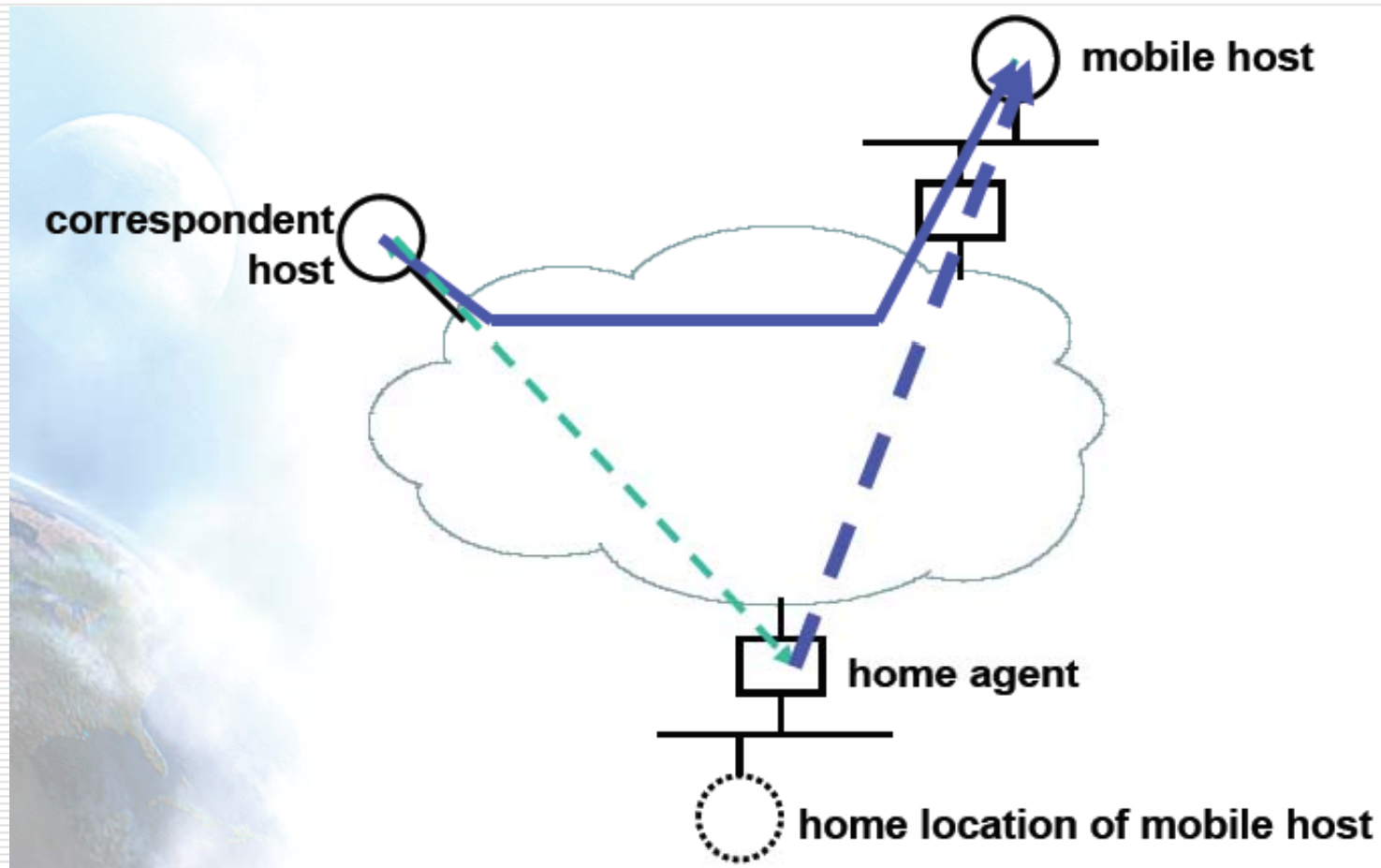
---

- ❑ Un host móvil tiene una o más direcciones de origen, asociadas con el nombre del host a través de DNS
- ❑ Cuando descubre que se encuentra en una subred diferente, adquiere una dirección “extranjera” (foreign)
  - utiliza auto-configuración para obtener la dirección
  - registra la “foreign address” con un agente doméstico (“home agent”), por ejemplo, un router en su subred de origen
- ❑ Los paquetes enviados a la dirección de origen del host móvil, son interceptados por el home agent y reenviados a la foreign address, utilizando encapsulación

# Movilidad IPv6



# Movilidad IPv6





# Transición IPv4 a IPv6

---

Los tres mecanismos mas comunes para la transición son:

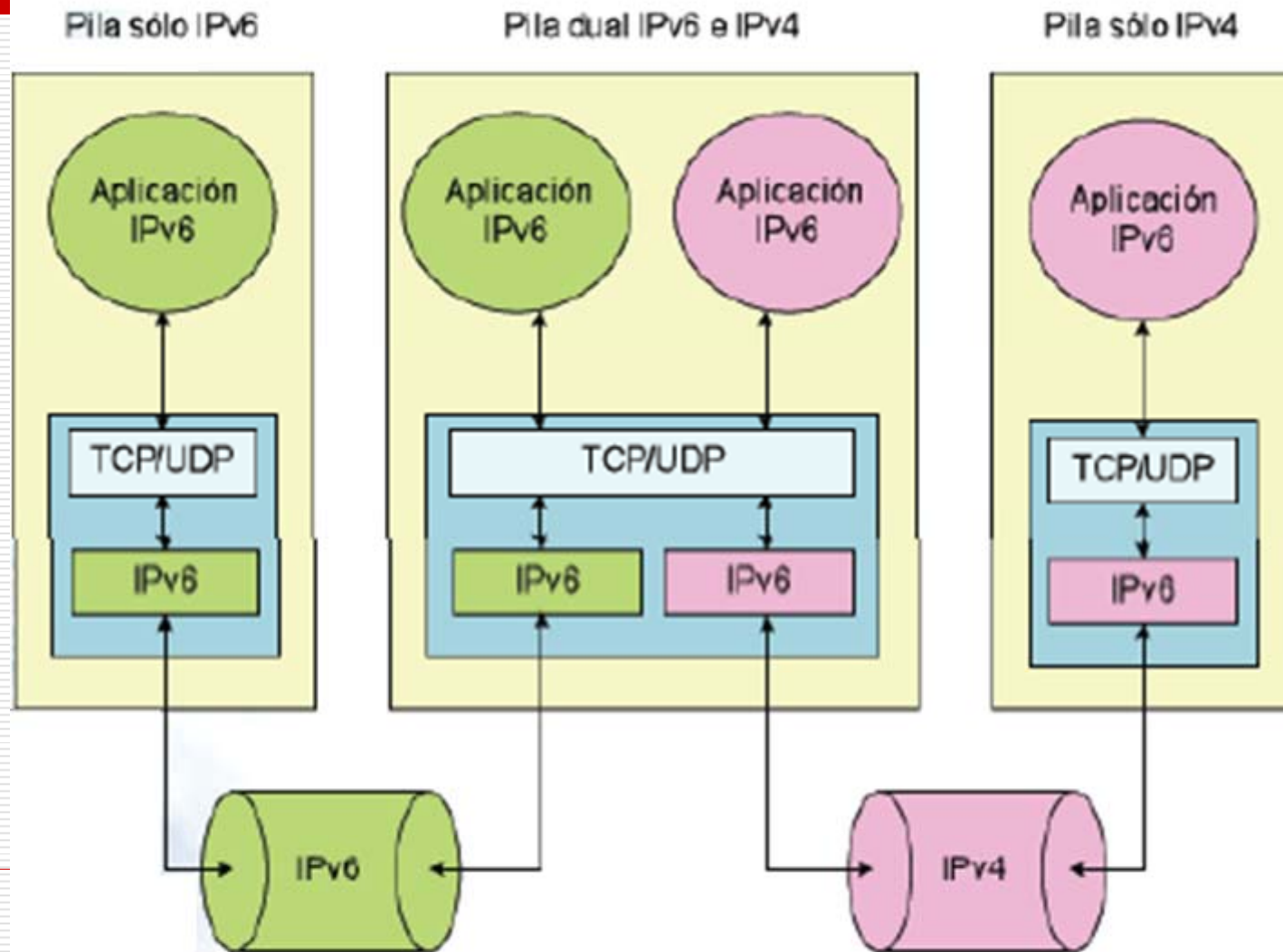
- ❑ Dual stack: para permitir la coexistencia de IPv4 e IPv6 en el mismo dispositivo y redes.
  - ❑ Túneles IPv6: encapsulan paquetes IPv6 en paquetes IPv4.
  - ❑ Traductores IPv6 a IPv4: permiten la comunicación entre dispositivos que son sólo IPv6 y aquellos que son sólo IPv4
-

# Dual Stack o Doble Pila

---

- ❑ Al añadir IPv6 a un sistema, no se elimina la pila IPv4
- ❑ Aproximación multi-protocolo que ha sido utilizada anteriormente
- ❑ Actualmente IPv6 tiene soporte en todos los Sistemas Operativos modernos
- ❑ Las aplicaciones o librerías escogen la versión de IP a utilizar
- ❑ Ejemplo: En función de la respuesta DNS
  - Si el destino tienen un registro AAAA utilizan IPv6 en caso contrario IPv4
- ❑ La respuesta depende del paquete que inició la transferencia

# Dual Stack o Doble Pila



# Dual Stack o Doble Pila

---

## □ **Ventajas:**

- Pueden coexistir en una misma organización.
- Evita problemas con los mecanismos de traducción.

## □ **Desventajas:**

- Es necesaria la gestión de dos redes paralelas.
  - Incrementa la dificultad en el desarrollo de las aplicaciones.
-

# Túneles IPv6 en IPv4

---

Algunos mecanismos de transición basados en túneles

- ☐ 6in4 (\*) [6in4]
- ☐ TB (\*) [TB]
- ☐ TSP [TSP]
- ☐ 6to4 (\*) [6to4]
- ☐ Teredo (\*) [TEREDOC] [TEREDOC]
- ☐ ISATAP [ISATAP]
- ☐ 6over4 [6over4]
- ☐ AYIYA [AYIYA]
- ☐ Silkroad [SILKROAD]
- ☐ DSTM [DSTM]

---

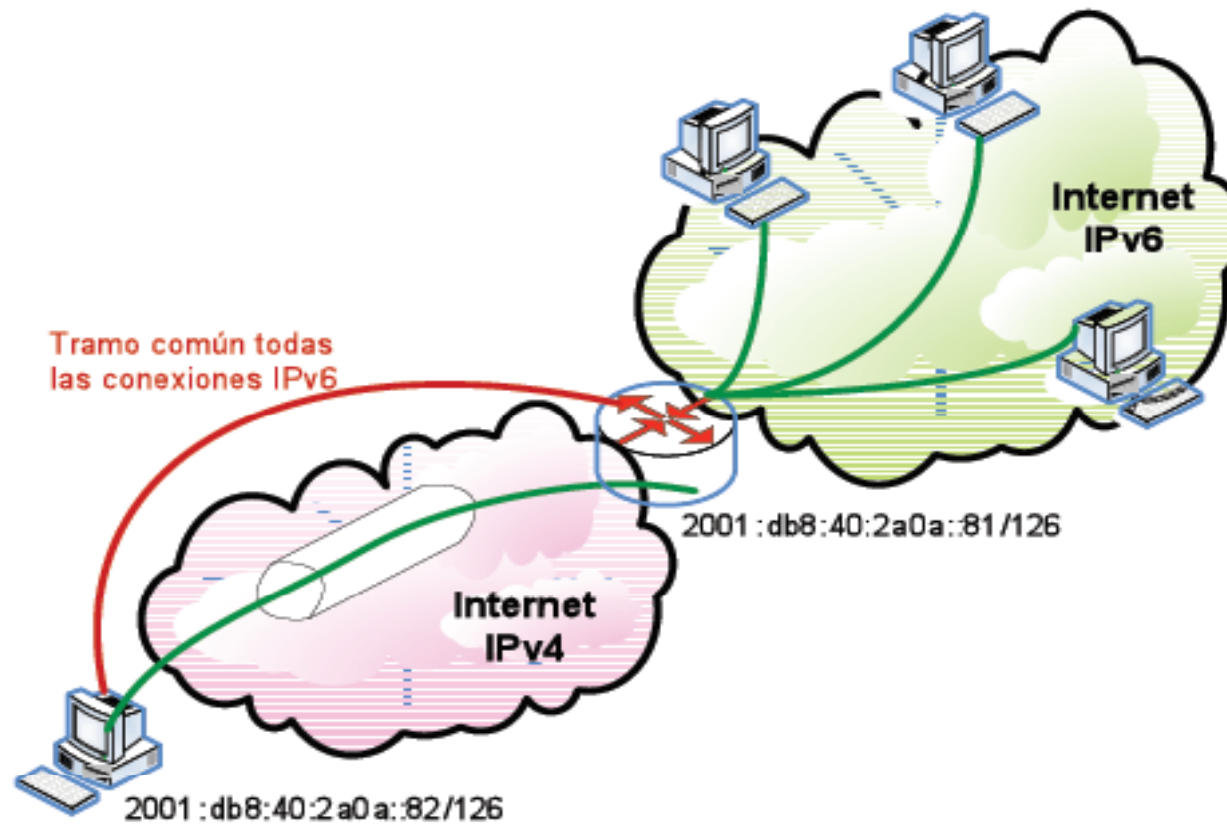
(\*) Más habituales

# Túneles 6in4

---

- ❑ Encapsula directamente el paquete IPv6 dentro de un paquete IPv4
- ❑ Se suele hacer entre
  - Nodo final -> router
  - Router -> router
- ❑ Aunque también es posible para
  - Nodo final -> nodo final
- ❑ Túnel: enlace punto-a-punto desde el punto de vista de IPv6
- ❑ Solo un salto IPv6 aunque existan varios IPv4
- ❑ Las direcciones IPv6 de ambos extremos del túnel son del mismo prefijo
- ❑ Los túneles 6in4 pueden construirse desde nodos finales situados detrás de NAT

# Túneles 6in4



# Túnel IPv6-sobre-IPv4 (6to4)

---

- Encapsulado de paquetes IPv6 en paquetes IPv4, similar a 6in4
  - Diferencias:
    - La dirección IPv6 del cliente no depende del router al que se conecta sino de la dirección IPv4 pública
    - Los paquetes IPv6 de salida del cliente siempre son enviados al mismo "6to4 relay", sin embargo los paquetes IPv6 de entrada al cliente pueden provenir de otros "6to4 relay" diferentes.
-



# Túnel IPV6-sobre-IPv4 (6to4)

---

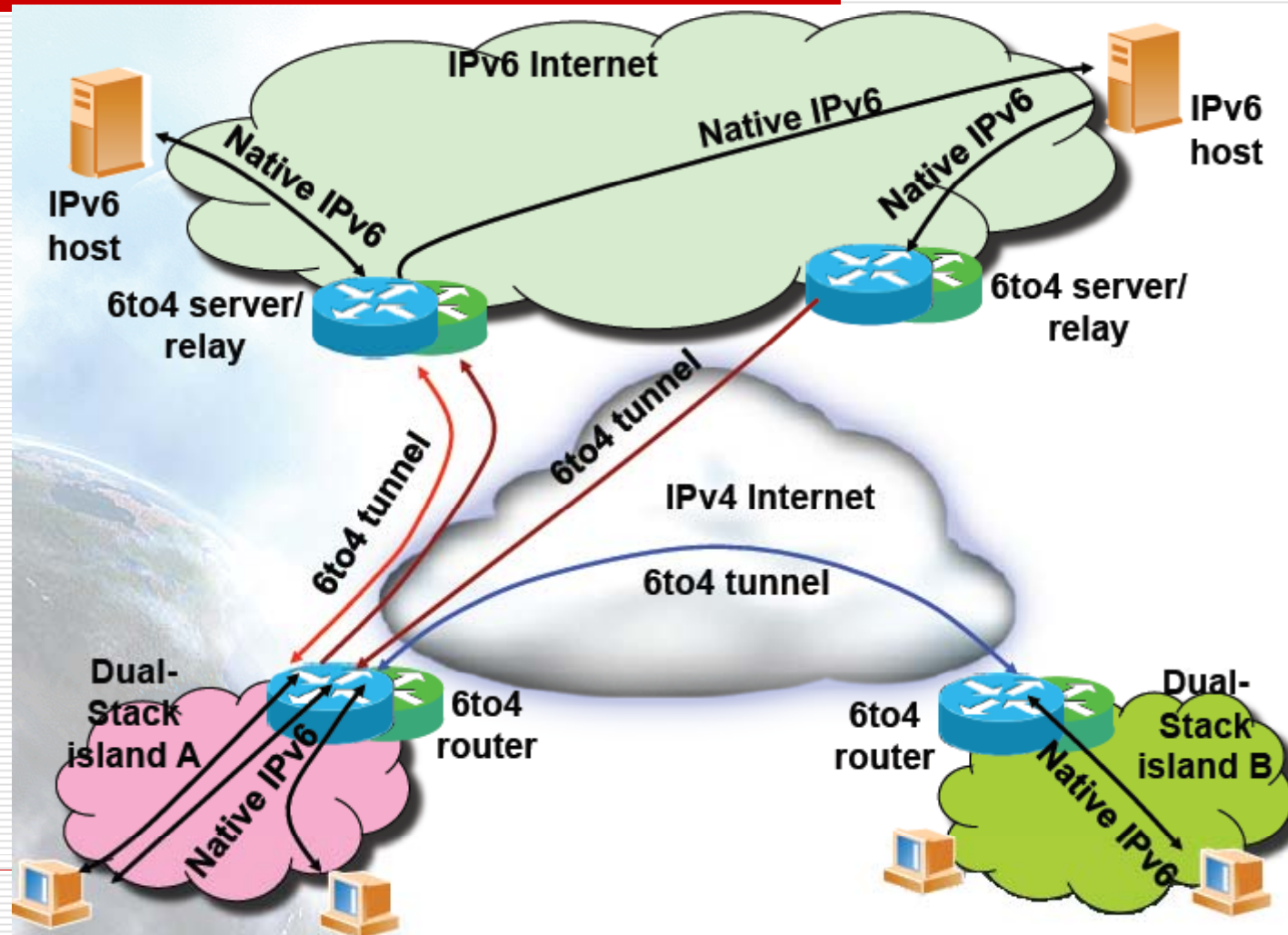
## □ Ventajas:

- Es más sencilla la administración de las islas.
- Sistemas más baratos.
- Aplicaciones más sencillas.
- Existe una amplia experiencia.

## □ Desventajas:

- Mayor complejidad en el enrutamiento.
-

# Túnel IPv6-sobre-IPv4 (6to4)



# Traducción protocolos IPv6-IPv4

---

- ❑ Es una extensión a las técnicas de NAT, convirtiendo no sólo direcciones sino también la cabecera
  - ❑ Los nodos IPv6 detrás de un traductor obtiene la funcionalidad de IPv6 sólo cuando hablan con otro nodo IPv6
  - ❑ Obtienen la funcionalidad habitual IPv4 con NAT en el resto de los casos
-

# Traducción protocolos IPv6-IPv4

---

- ❑ Permite la comunicación entre interlocutores IPv6 e IPv4.
- ❑ Puede necesitar módulos específicos en aplicaciones.
- ❑ Es poco escalable.
- ❑ Solo se recomienda si las aplicaciones no soportan ambos protocolos, o los sistemas usan una única pila.
- ❑ Se recomienda configurarlo entre servidores:  
UsuarioV6 en ServidorV6 interactúa con UsuarioV4 en ServidorV4.

# Aplicaciones IPv6

---

- ❑ Para diferenciar o indicar la accesibilidad de un servicio mediante IPv4 y/o IPv6 se utiliza la resolución DNS
  - ❑ Cuando un cliente quiere conectar con servicio.ejemplo.com al resolver el nombre puede obtener una dirección IPv4, IPv6 o ambas
  - ❑ En este último caso es decisión del cliente elegir (v4/v6) usando para comunicarse. El caso general es intentar v6 por defecto
-

# Aplicaciones IPv6

---

- ❑ Putty (telnet y ssh)
  - ❑ Ethereal y Wireshark (captura y decodificación de tráfico)
  - ❑ VLC (Multimedia: unicast y multicast)
  - ❑ VNC (Conexión remota: Windows XP, Linux)
  - ❑ Web servidores (Apache, IIS)
  - ❑ Web clientes: Firefox, IE, Opera, Safari, konkeror
-



Gracias

